

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

SARA INÁCIA DE MATOS

**ESTRATÉGIAS ALTERNATIVAS PARA O CONTROLE DE NEMATOIDES DAS
GALHAS**

ROLIM DE MOURA

2015

SARA INÁCIA DE MATOS

**ESTRATÉGIAS ALTERNATIVAS PARA O CONTROLE DE NEMATOIDES DAS
GALHAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ciências Ambientais, sob a orientação do Dr. José Roberto Vieira Junior.

ROLIM DE MOURA

2015

Ficha catalográfica elaborada por
Nágila Nerval Chaves CRB 6/363

M433e Matos, Sara Inácia de -
Estratégias alternativas para o controle de nematóides das galhas. /
Sara Inácia de Matos; orientação José Roberto Vieira Junior. – 2016.
45f. ; il.

Dissertação (Pós-Graduação)- Fundação Universidade Federal de
Rondônia. Campus de Rolim de Moura. Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais (PPGCA), Rolim de Moura-RO, 2016.

1. Solarização. 2. Temperatura. 3. Tubo PVC. I. Vieira Junior, José
Roberto. II. Título.

CDU- 581.2

SARA INÁCIA DE MATOS

**ESTRATÉGIAS ALTERNATIVAS PARA O CONTROLE DE NEMATOIDES DAS
GALHAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ciências Ambientais, sob orientação do Prof. Dr. José Roberto Vieira Junior e co-orientação do Prof. Dr. Cléberson de Freitas Fernandes.

APROVADA: 30 de novembro de 2015



Prof. Dr. José Roberto Vieira Junior

EMBRAPA-Rondônia/PGCA (Orientador)



Prof. Dr. Cléberson de Freitas Fernandes

EMBRAPA-Rondônia/PGCA (Co-Orientador)



Prof. Dr. Fábio da Silva Barbieri

EMBRAPA-Rondônia/PGCA (Membro da Banca)



Prof. Dr. Rodrigo Barros Rocha

EMBRAPA-Rondônia/PGDRA (Membro Externo)

Dedico...a minha querida mãe Maria e a querida Mari (in memoriam) dois anjos em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir que eu caminhasse sempre em frente, que nos momentos mais difíceis me concedeu sabedoria e amor infinito.

A minha divertida e amada mãe Maria, que me escolheu para ser sua filha, as minhas queridas irmãs Andréa e Maira, minha sobrinha Maria Clara, obrigada por me apoiarem mesmo na distância e ausência, com confiança na minha capacidade.

À Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária–EMBRAPA/RO e a Universidade Federal de Rondônia-UNIR em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pela oportunidade de cursar o mestrado. Aos docentes do PGCA pelos ensinamentos durante estes dois anos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudos, e pela oportunidade de dedicação exclusiva aos estudos.

Ao meu orientador professor José Roberto Vieira Junior, por manter a porta da sua sala sempre aberta, por confiar em meu trabalho, pela orientação, ensinamentos e amizade, a você meu querido mestre, gratidão!

Aos professores do PGCA.

Ao professor Rodrigo e sua família, pelas contribuições, ensinamentos e amizade.

Ao professor Cléberson pela paciência, ensinamentos, positividade e contribuições que sempre complementam o trabalho.

Ao secretário do PGCA, Luciano, pela dedicação e auxílio de sempre!

Ao senhor Domingos, técnico do laboratório de Fitopatologia da Embrapa, pelo auxílio e amparo para a realização dos experimentos.

Aos funcionários da Embrapa Rondônia, em especial, Devanir, Ebson, Mineiro, Valdivino, Lili, Kelson e a equipe da informática pelo auxílio.

Aos queridos e preciosos amigos Lu, Rafá, Leo, Gui, Joca, Cleice, Camis, Mateus, Charly, professora Ana Cristina e Adriana por toda ajuda, carinho, momentos de descontração, regados a sorrisos, a vocês, toda gratidão!

Aos colegas da turma de 2013 do mestrado, me sinto feliz por ter feito essa caminhada ao lado de todos vocês.

Aos amigos que conquistei durante estes dois anos, em especial, Tamiris e Carol pelo carinho, sorrisos, companheirismo e incentivo em todos os momentos. Aos estagiários do laboratório de Fitopatologia, em especial Elise, estudante dedicada e sempre disposta a ajudar o próximo, grata pela ajuda nos experimentos.

Meu muito obrigada a todos que fizeram parte dessa jornada alucinante e mais essa conquista em minha vida!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
2 EFEITO DE EXTRATOS PLANTAS NO CONTROLE DE MELOIDOGYNE	
INCOGNITA (KOFOID E WHITE) CHITWOOD.....	14
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
2.1 Introdução	16
2.2 Material e métodos	17
<i>2.2.1 Local do experimento.....</i>	<i>17</i>
<i>2.2.2 Obtenção e preparo do inóculo de Meloidogyne incognita.....</i>	<i>17</i>
<i>2.2.3 Obtenção das mudas de tomateiro.....</i>	<i>18</i>
<i>2.2.4 Obtenção das plantas utilizadas no experimento para preparo dos extratos.....</i>	<i>18</i>
<i>2.2.5 Preparo dos extratos aquosos</i>	<i>18</i>
<i>2.2.6 Ensaios in vitro</i>	<i>19</i>
<i>2.2.7 Ensaios in vivo</i>	<i>19</i>
2.3 Resultados e discussão.....	20
<i>2.3.1 Ensaios in vitro</i>	<i>20</i>
<i>2.3.2 Ensaios in vivo</i>	<i>25</i>
2.4 Conclusão	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
3 DESINFESTAÇÃO DE SUBSTRATO COM MELOIDOGYNE INCOGNITA	
UTILIZANDO COLETOR SOLAR.....	32
RESUMO.....	32
ABSTRACT	33
3.1 Introdução	34
3.2 Material e métodos	35
<i>3.2.1 Local dos experimentos.....</i>	<i>35</i>
<i>3.2.2 Descrição do equipamento e modo de uso</i>	<i>35</i>
<i>3.2.3 Substrato utilizado no solarizador.....</i>	<i>38</i>
<i>3.2.4 Ensaio in vivo do substrato tratado no solarizador</i>	<i>39</i>
3.3 Resultados e discussão.....	39
3.4 Conclusão	43

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
4 CONCLUSÕES GERAIS	45

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os nematoides podem ser encontrados em diversos habitats: oceanos, rios, lagos e em todo tipo de solo, podem ser de vida livre, parasitas de plantas, de insetos ou de animais.

Possuem diversificados hábitos alimentares, podem se alimentar de fungos, bactérias, algas, plantas superiores ou mesmo de outros nematoides. Os nematoides são animais invertebrados, geralmente microscópicos pertencendo a um Filo próprio: Nematoda. (FERRAZ et al., 2010).

A ordem Tylenchida, é composta pela maioria dos principais gêneros de fitonematoides. (FERRAZ et al., 2010). Possuem simetria bilateral e são pseudocelomados, isto é, a cavidade interna do organismo onde se alojam todos os órgãos, não é revestida por um tecido especializado. A palavra nematóide vem do grego e significa "em forma de fio", são seres microscópicos, seu comprimento varia de 0,3 mm a 3,0 mm e o diâmetro de 15 a 50 μm . A movimentação dos fitonematoides pode ocorrer entre as partículas e no filme de água. O tamanho dos poros permite uma movimentação mais dinâmica, principalmente se os poros forem de diâmetro maior que o corpo do fitonematoides (GOULART et al., 2009).

Os nematoides parasitas de plantas superiores, são vermes microscópicos que habitam o solo, causando sérios danos às culturas agrícolas e acarretando prejuízos econômicos aos agricultores. (GOULART, 2010).

Os fitonematoides sempre estiveram presentes nas plantas cultivadas, em 1743, John Needham, naturalista inglês, encontrou nematoides da espécie *Anguina tritici*, parasitando as raízes de trigo, este foi o primeiro relato de um fitonematóide causando doença em plantas. Em 1855, trabalhando na Inglaterra Berkeley observou galhas em raízes de pepino (CHRISTIE, 1959).

No Brasil a primeira referência de parasitismo de nematóides em cafeeiros foi relatada em 1878, por Jobert na antiga província do Rio de Janeiro. Entretanto, em 1887, Goeldi publicou um dos mais importantes trabalhos, que descreve as espécies do gênero *Meloidogyne*, atacando raízes de cafeeiro na província do Rio de Janeiro.

Devido à sua plasticidade genética, versatilidade e adaptabilidade ao ambiente os nematoides pertencentes ao gênero *Meloidogyne* Goeldi (1887) apresentam ocorrência mundial (FREITAS et al., 2009; FERRAZ et al. 2010). Por serem organismos microscópicos, os nematoides têm sido inadvertidamente disseminados por mudas e por movimentação de solo infestado, sendo de difícil erradicação uma vez que tenham sido introduzidos em uma área (GONÇALVES, 2000). Há relatos de mais de 80 espécies de *Meloidogyne* infectando plantas

de interesse econômico em diversas partes do mundo. Dentre elas, 18 foram detectadas em associação com raízes do cafeeiro, das quais cinco espécies podem ser encontradas no Brasil: *M. coffeicola* Lordello e Zamith, *M. exigua* Goeldi, *M. hapla* Chitwood, *M. incognita* Kofoid e White, e *M. paranaensis* Carneiro, Carneiro, Abrantes, Santos e Almeida. (CASTRO et al., 2008; CASTRO et al., 2003; PORTZ et al., 2006).

No Estado de Rondônia mais de 90% dos municípios produtores de café encontram-se infestados com o nematoide, com o agravante nas áreas tradicionais de produção. Nesses locais estudos realizados apontam que o número de propriedades infestadas é de quase 60%. (VIEIRA JUNIOR et al, 2008). Também preocupa o fato que maioria dos produtores rurais equivocase sobre os sintomas causados pelo nematoide das galhas confundindo com deficiências nutricionais e deficiências de plantio (BARROS et al., 2009). Os fitonematoides causam reações espoliadoras e tóxicas nas plantas hospedeiras, que direta ou indiretamente afetam os principais processos fisiológicos como respiração, fotossíntese, absorção e translocação de água e nutrientes e balanço hormonal (AGRIOS, 2005).

Os problemas causados por fitonematoides são difíceis de identificar, e o manejo pode ser complexo, tendo em vista que uma vez introduzido na área de cultivo, a erradicação é praticamente impossível. No entanto, métodos de controle podem ser utilizados para levar a redução das populações a níveis abaixo do dano de produção da cultura (CAMPOS et al., 1998). Segundo Sasser e Freckman (1987), relatam as perdas causadas por estes organismos é estimada em 12% da produção agrícola, que resultam em prejuízos para o produtor e elevação dos preços para o consumidor. Na prática, as perdas causadas por nematoides nas culturas podem variar de brando, com menos de 1% e podendo levar até à perda total.

Nesse cenário, a prevenção integra o princípio de maior importância e a melhor orientação de defesa no controle de fitonematoides. Os métodos de prevenção mais indicados são: limpeza de equipamentos, uso de material de plantio isento de fitonematoides e isolamento em quarentena. Os métodos de prevenção geralmente são ignorados pelos agricultores, levando assim a disseminação de fitonematoides e a infestação do solo (FERRAZ et al., 2010). O método de controle químico é um dos mais utilizados, com aplicação de nematicidas comerciais (FERRAZ et al., 2010). Entretanto, sabe-se que estes produtos são tóxicos ao meio ambiente e aos seres humanos, podendo causar impactos à saúde pública de diferentes grupos populacionais, além de aumentar os custos da produção pois, necessitam de várias aplicações e tem sua eficiência limitada resultado da seleção de populações resistentes. (AUGUSTO et al., 2012; VIDA et al., 2004; KIMATI et al, 2005; FERRAZ et al., 2010).

Nos últimos anos o Brasil vem ocupando o lugar de maior consumidor de agrotóxicos no mundo (LONDRES, 2011). Com a retirada do brometo de metila como fumigante, tem havido o estímulo à busca de fumigantes alternativos para cultivos protegidos e tratamento de substratos para produção de mudas. Uma alternativa é a utilização de plantas ou de compostos derivados das mesmas e desinfestação de substrato por uso de solarização ou coletor solar. (YU et al, 2005, GHINI et al. 1991). Várias plantas já foram citadas na literatura por conterem compostos nematicidas, como é o caso de *Tagetes* spp., *Mucuna pruriensis*, *Azadirachta indica* A. Juss. *Crotalaria* spp., *Ricinus communis* L., *Plantago* spp., *Stachytarpheta cayennensis*, *Brassica* sp. e *Capsium* sp. (FERRAZ et al., 2010; SANTOS et al., 2011; FREITAS et al., 2009; MATEUS et al., 2013).

Segundo Quarles (1992), o uso de extratos ou óleos vegetais no controle alternativo de fitonematoides apresenta várias vantagens em comparação aos nematicidas sintéticos: possibilidade de gerarem novos compostos capazes de controlar os fitonematoides, menores impactos ao meio ambiente e ao ser humano, rápida biodegradação e vasto modo de ação, além de serem derivados de recursos renováveis.

Outra possibilidade de controle de fitonematoides é o uso de radiação solar (BARROS, 2004). A solarização é o método mais comum do uso do calor solar para o controle de nematoides (FERRAZ et al., 2010). Esse método apresenta algumas vantagens em relação ao uso de nematicidas, além de baixos custos, ausência de riscos para a saúde humana e para o meio ambiente (RANDIG et al., 2002). A solarização para desinfestação de substratos pode ser feita em sacos plásticos (MAY-DE MIO et al., 2002), cobertura de pequenas áreas com plástico preto e o uso de coletor solar (GHINI, 2004). O uso do coletor solar é altamente viável para produtores de mudas, por apresentarem baixo custo, alta eficiência e evitar o vácuo biológico, que são espaços sem microrganismos que favorecem a livre multiplicação do patógeno após uma reinfestação (GHINI, 2004). Segundo May-de Mio et al. (2002), o tratamento de substrato por 24 h no coletor solar e o tratamento por 48 h nos sacos plásticos eliminou o patógeno *P. parasitica* e propiciou o desenvolvimento de mudas de *Citrus limonoia* Osb. Nesse cenário, os objetivos desse trabalho foram testar métodos de controle com o uso de extratos de plantas e do substrato com o uso de solarizador no controle dos nematoides das galhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5 ed. San Diego, Califórnia: Elsevier Academic Press, 2005.

BARROS, B. C.; PATRÔNIO, F. R. A.; LOPES, M. E. B. M.; FREITAS, S. S.; SINIGAGLIA, C.; MALAVOLTA, V. M. A; TESSARIOLI NETO, J.; GHINI, R. Solarização do solo com filmes plásticos com e sem aditivo estabilizador de luz ultravioleta. **Horticultura Brasileira**, n. 2, v. 22, p. 253-259, 2004.

BARROS, A. F.; COUTINHO, R. R.; LIMA, I. M.; COSTA, A.; OLIVEIRA, E. B.; OLIVEIRA, R.D.L. Ocorrência de *Meloidogyne* spp. em *Coffea* spp. no estado do espírito santo, brasil. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA E II CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL. 2009, Maceió. **Resumos...**Piracicaba: NEMATOLOGIA BRASILEIRA, 2009. p. 341-341.

CAMPOS, V. P.; SOUZA, J. T.; SOUZA, R. M. Controle de fitonematóides por meio de bactérias. In: LUZ, W. C.; FERNANDES, J. M. C.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Eds.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 6, p. 285-327, 1998.

AUGUSTO, L. G. D. S.; CARNEIRO, F. F.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; BURIGO, A. C. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2012.

CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Caracterização isoenzimática e variabilidade intraespecífica dos nematoides de galhas do cafeeiro no Brasil. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, Poços de Calda. Brasília: EMBRAPA CAFÉ, p. 280-282, 2000.

CASTRO, J. M. C.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A.; NAVES, R. L.; ANDRADE JÚNIOR, W. C.; DUTRA, M.R.; COIMBRA, J. L.; MAXIMINIANO, C.; SILVA, J. R. C. SILVA. Levantamento de fitonematóides em cafezais do sul de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba: n.1, v. 32, p. 56-64, 2008. 84 p.

CHRISTIE, J. R. **Plant nematodes: their bionomics and control**. Univ. Florida ed., 256 p. 1959.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. de; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematóides**. Viçosa: UFV, 2010, 306 p.

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L; FERRAZ, S. Introdução à nematologia. **Cadernos Didáticos**. Viçosa: UFV, n. 58, 2009, 90 p.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, n. 3/4, v. 17, p. 281-286, 1991.

GHINI, R. Coletor solar para desinfestação de substratos para produção de mudas sadias. **Circular Técnica**, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, n. 4, 2004. 28p.

GOULART, A. M. C. Análise nematológica: importância e princípios gerais. **Série Documentos**, Embrapa Cerrados. Planaltina: 2010, 45 p.

GOULART, A. M. C. Análise de dados em estudos de diversidade de nematoides. **Série Documentos**, Embrapa Cerrados. Planaltina: 2009, 46 p.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 1, 2005. 663 p.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil**: um guia para ação em defesa da vida. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2011. 190 p.

MATEUS, M. A. F.; FARIA, C. M. D. R.; BOTELHO, R. V.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FERREIRA, S. G. M.; ZALUSKI, W. L. Extratos aquosos de plantas medicinais no controle de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 730-736, 2014.

MATEUS, M. A. F. **Extratos aquosos de plantas medicinais no controle de nematóides das galhas**. 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR, 2012.

MAY-De MIO, L. L.; GHINI, R.; KIMATI, H. Solarização para controle de *Phytophthora parasitica* em mudas de citros. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília: n. 3, v. 27, p. 254-258, 2002.

PORTZ, R. L.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G.; BALBI-PENA, M. I.; FURLANETTO, C. *Meloidogyne* spp. associadas à cafeicultura em municípios do oeste do Paraná. **Nematologia Brasileira**, n. 1, v. 30, p. 23-27, 2006.

QUARLES, W. Botanical pesticides from *Chenopodium*. **IPM Practitioner**: v.14, p.1-11, 1992.

RANDIG, O.; MEDEIROS, C. A. B.; SPERANDIO, C. A. Efeito da desinfestação do solo pelo uso de energia solar sobre fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília: v. 26, p. 135-140, 2002.

SANTOS, A. V.; GOMES, C. B. Reação de cultivares de mamona a *Meloidogyne* spp. e efeito dos exsudatos radiculares sobre *Meloidogyne enterolobii* e *M. graminicola*. **Nematologia Brasileira**, v. 35, n. 1/2, p. 1-9, 2011.

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology: the role of the society. In J. A. Veech and D. W. Dickson. Ed. Vistas on Nematology. Maryland: **Society of Nematologists**, p. 7-14, 1987.

VIDA, J. B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMAN, D. J.; BRANDÃO FILHO, T.; VERZIGNASSI, J. R.; CAIXETA, M. P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, n. 4, v. 29, p. 355-372, 2004.

VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. F.; RAMALHO, A. R.; MARCOLAN, A. L.; FERNANDES NETO, A.; DIOCLECIANO, J. M.; FERRO, G. O.; GUEDES, M. L. O.; REIS,

N. D.; SILVA, D. S. Levantamento da ocorrência de populações do nematóide das galhas do cafeeiro (*Meloidogyne* sp.) em Rondônia. **Comunicado Técnico**, Porto Velho: Embrapa Rondônia, n. 332, 2008. 4 p.

YU, Q.; TSAO, R.; CHIBA M.; POTTE, J. Selective nematocidal activity of allyl isothiocyanate. **Journal of Food Agriculture & Environment**, v. 85, p. 218-221. 2005.

2 EFEITO DE EXTRATOS PLANTAS NO CONTROLE DE MELOIDOGYNE INCOGNITA (KOFOID E WHITE) CHITWOOD

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de extratos aquosos de diferentes espécies vegetais com ocorrência no bioma amazônico: *Moringa oleifera* (moringa), *Copaifera* sp. (copaíba), *Vismia guianensis* (lacre vermelho), *Carapa guianensis* (andiroba), *Azadirachta indica* (neem), *Cecropia* spp. (embaúba), *Capsicum frutescens* (variedades chifre de gazela, malagueta comum e malagueta curta) e *Capsicum chinensis* (variedades pimenta peito de moça, peito de moça preto, bode vermelha e seriema) no controle de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood. Para isso foram produzidos extratos com a maceração de folhas em N₂ líquido com a adição de água mineral estéril, na proporção 1:10, agitados à 100 rpm por 24 h, filtrados e mantidos em geladeira. Os extratos foram depositados em cavidades de placas de Elisa (96 poços), na quantidade de 100 µl e a estes foram adicionadas uma suspensão com 50 ovos do nematoide. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 6 repetições. As placas foram mantidas em B.O.D (25 °C, 12 h claro/escuro) por 15 dias. No 16º dia avaliou-se o número de juvenis (J2) eclodidos. À exceção dos extratos de *C. chinensis* (variedades malagueta curta e seriema) e *C. frutescens* (variedade peito de moça), os demais apresentaram efeito de inibição na eclosão do nematoide. Destes, destacam-se *Copaifera* sp., *Vismia guianensis*, *C. frutescens* (variedade bode vermelha) e *Cecropia* sp. com mais de 90% de inibição na eclosão J2. Nos ensaios *in vivo*, conduzidos em casa de vegetação, plantas de tomateiro foram inoculadas aos 15 dias após a emergência com uma suspensão de 500 ovos do nematoide, após 24 horas, 10 ml dos extratos foram depositados na superfície do solo. As aplicações foram repetidas aos 15 e 30 dias após a primeira aplicação. A avaliação foi realizada 24 h após a última aplicação. O delineamento adotado foi o mesmo do ensaio *in vitro*, utilizando como controle água mineral estéril e nematicida na dose comercial. Dos extratos testados, apenas o de neem não afetou a produção de galhas e ovos por grama de raiz. Destaca-se o efeito do extrato de *Vismia guianensis*, que resultou na redução do número de ovos por grama de raiz e no fator de reprodução.

Palavras-chave: *Vismia guianensis*. Extratos aquosos. Inibição de eclosão.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the efficiency of aqueous extracts of different plant species which occur in the Amazon biome: *Moringa oleifera*, *Copaifera* sp., *Vismia guianensis*, *Carapa guianensis*, *Azadirachta indica*, *Cecropia* spp, *Capsicum frutescens* and *Capsicum chinensis*, in control *Meloidogyne incognita* (Kofoed and White) Chitwood, and test the effect of solar collector in disinfestation of previously *M. incognita* infested substrate. To this, leaves extracts were produced by soaking in liquid N₂ with the addition of sterile mineral water in the ratio 1:10, stirred at 100 rpm for 24 h, filtered, and kept in refrigerator 100 µl of the extracts were deposited on ELISA plate's wells (96 wells), and a suspension of 50 eggs of the nematode was added. The experimental design was completely randomized with six repetitions. The plates were kept in BOD (25 °C, 12 h light / dark) for 15 days. On the 16^o day we evaluated the number of juveniles (J2) hatched. Except to *C. chinensis* extracts (short chilli and seriema varieties) and *C. frutescens* (girl's chest variety), others extracts showed inhibition effect on the outbreak of the nematode. Best results were observed to *Copaifera* sp., *Vismia guianensis*, *C. frutescens* (red goat variety) and *Cecropia* sp., with more than 90% of J2 hatching inhibition. In in vivo tests, conducted in a greenhouse, tomato plants, 15 days after emergence, were inoculated with a 500 eggs suspension of nematodes, and after 24 h, 10 ml of the extracts were placed on the soil surface. The applications were repeated after 15 and 30 days after the first application. The evaluation was performed 24 h after the last application. The study design was the same as in vitro assay, using as control sterile mineral water and nematicide in the commercial dose. Of the extracts tested, only the neem did not affect the production of galls and eggs per root gram. A best result was observed to *Vismia guianensis* extract, which promote reducing in the number of eggs per gram root and in the reproduction factor. These results demonstrate the potential of plant extracts in the control of nematodes as substitutes of commercial nematicides. However, tests determining dosage and method of application have yet to be conducted to determine how best to implement them.

Key words: *Vismia guianensis*. Aqueous extracts. Inhibition of hatching.

2.1 Introdução

Dentre os parasitas de plantas, o mais importante é o nematóide do gênero *Meloidogyne*, conhecidos também como nematóides de galhas, os danos causados por esse parasita dificultam o desenvolvimento da planta, por formarem galhas nas raízes. Os fitonematoides pertencentes ao gênero *Meloidogyne* Goeldi, são considerados os mais importantes, pois apresentam uma ampla distribuição geográfica, uma enorme gama de hospedeiros e ainda causam danos irreversíveis às culturas (FREITAS et al., 2009).

Os problemas causados por nematoides são difíceis de identificar, o monitoramento biológico é uma peça importante no manejo de nematoides. Culturas agrícolas são atacadas por pragas, doenças e parasitas causando grandes perdas nas plantações. Os fitopatógenos são de grande importância para a agricultura mundial em função das significativas perdas que causam em culturas de importância agrônômica, a adoção de medidas de controle eleva os custos de produção reduzindo o lucro de produtores (KARSSEN et al., 2006).

As medidas tradicionalmente utilizadas no controle de fitonematoides baseiam-se em três premissas básicas: rotação de culturas, emprego de cultivares resistentes e o controle químico. Porém, existem poucas cultivares resistentes disponíveis, a rotação de culturas para nematoides polígrafos como *Meloidogyne* spp. são difíceis de serem utilizadas, dado ao tempo necessário para ter resposta efetiva de controle e, o controle químico pelo uso de nematicidas vem gradualmente sendo abandonado, dada à baixa eficácia e aos riscos ambientais envolvidos. (BETTIOL, 2009).

O principal método químico trata do uso de nematicidas em covas plantio ou em mudas. Estes produtos são extremamente tóxicos e tem sua eficiência limitada ao ponto de aplicação e a ocorrência de populações resistentes é muito rápida (KAMIATI et al., 2005).

Outros métodos de controle vêm sendo testados, embora não estejam sendo amplamente utilizados na prática, os quais apresentam resultados promissores, como controle biológico com bactérias de solo, biofumigantes, solarização de solo e substrato (FERRAZ et al., 2010). Dessa forma, várias medidas de controle alternativo estão sendo estudadas para o desenvolvimento controle ecologicamente sustentáveis no combate aos fitonematoides (CHARCHAR et al., 2005).

Uma das alternativas são extratos botânicos de várias partes de plantas, visto que, apresentam vantagens, como a possibilidade de gerar novos compostos capazes de inativar fitopatógenos, são menos concentrados e, portanto, menos tóxicos, e biodegradáveis. (FERRIS et al. 1999).

Segundo Mateus (2012), extratos aquosos de gervão, nas doses de 40 e 50 g L⁻¹, reduziram em 92,1% e 93,5% a eclosão de J2 de *Meloidogyne incognita*. Demonstrando assim, o potencial de extratos botânicos no controle em fitonematoides.

Em estudo, Leal (2012) demonstrou que extratos etanólicos de duas variedades da *Capsicum chinense* Jacq. (Variedades pimenta biquinho e bode), paralisaram os movimentos de *Meloidogyne incognita*, ou seja, as variedades de pimentas apresentam atividade nematostática a espécie de *Meloidogyne incognita*.

Com base nisso o presente trabalho teve como objetivo testar o efeito *in vitro* e *in vivo* por aplicação via solo os extratos aquosos de *Moringa oleifera* (moringa), *Copaifera* sp. (copaíba), *Vismia guianensis* (lacre vermelho), *Carapa guianensis* (andiroba), *Azadirachta indica* (neem), *Cecropia* spp. (embaúba), *Capsicum frutescens* (variedades chifre de gazela, malagueta comum e malagueta curta) e *Capsicum chinensis* (variedades pimenta peito de moça, peito de moça preto, bode vermelha e seriema) sobre a eclosão de juvenis de *Meloidogyne incognita*. (Kofoed e White) Chitwood.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Local do experimento

Os experimentos foram realizados na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia-EMBRAPA/CPAFRO, no laboratório de Fitopatologia e Casa de vegetação, em Porto Velho, Rondônia.

2.2.2 Obtenção e preparo do inóculo de *Meloidogyne incognita*

Os inóculos do nematoide utilizado nos ensaios foram obtidos de populações coletadas no Campo experimental da Embrapa em Ouro Preto do Oeste. Estas populações foram identificadas através de eletroforese, utilizando o método de Carneiro e Almeida (2001) e multiplicadas em plantas de tomateiro ‘Santa Cruz Kada’, mantidas em casa de vegetação. Para a extração dos ovos dos nematoides foi seguido o método descrito por Bonetti e Ferraz (1981). A contagem dos ovos para a calibração da suspensão (1.000 ovos/vaso) foi feita em microscópio estereoscópio, utilizando a câmara de contagem (câmara de Peters).

2.2.3 Obtenção das mudas de tomateiro

Para obtenção das mudas de tomateiros, sementes de tomateiro (*Solanun lycopersicum* Mill) variedade ‘Santa Cruz Kada’ foram semeadas em copos de plástico com capacidade para 500 ml, com uma mistura de solo, areia e matéria orgânica na proporção de 2:2:1 (v/v/v). As plantas com idade de 25 dias foram transplantadas para vasos de polipropileno com capacidade para 5,0 l. O substrato utilizado foi uma mistura de solo, areia na proporção e matéria orgânica de 2:2:1 (v/v/v), previamente analisado, através dos métodos de extração de nematoides de solo segundo Bonetti e Ferraz (1981).

2.2.4 Obtenção das plantas utilizadas no experimento para preparo dos extratos

As plantas *Moringa oleifera* (moringa), *Copaifera* sp. (copaíba), *Vismia guianensis* (lacre vermelho), *Carapa guianensis* (andiroba), *Azadirachta indica* (neem), *Cecropia* spp. (embaúba), foram coletadas no campo experimental da Embrapa-Rondônia, as plantas *Capsicum frutescens* (variedades chifre de gazela, malagueta comum e malagueta curta) e *Capsicum chinensis* (variedades pimenta peito de moça, peito de moça preto, bode vermelha e seriema) foram cultivadas e coletadas na casa de vegetação da EMBRAPA-Rondônia.

2.2.5 Preparo dos extratos aquosos

Para o preparo dos extratos das folhas de *Capsicum frutescens* (variedades chifre de gazela, malagueta comum e malagueta curta) e *Capsicum chinensis* (variedades pimenta peito de moça, peito de moça preto, bode vermelha e seriema) foram pesados 10 gramas do material fresco em balança digital. Em seguida estes foram macerados com nitrogênio (N₂) líquido até que se tornassem um pó homogêneo e fino. Este foi transferido a erlenmeyer de 250 ml e foram adicionados 100 ml do extrator.

Foi utilizado como extrator H₂O mineral estéril. O extrato obtido foi conservado em erlenmeyer tampado e mantido sob agitação em Incubadora Shaker Refrigerada-marca Novatecnica a 100 RPM por 24 h. Após este período esta suspensão foi filtrada em gaze e papel de filtro 100% celulose, a fim de retirar as partículas sólidas.

Os extratos na concentração de 1 g/10 ml de água obtidos foram transferidos para frascos de vidro esterilizados e mantidos em geladeira para maior conservação. Os extratos foram utilizados para ensaios *in vitro* e *in vivo*.

Para o preparo dos extratos de *Moringa oleifera* (moringa), *Copaifera* sp. (copaíba), *Vismia guianensis* (lacre vermelho), *Carapa guianensis* (andiroba), *Azadirachta indica* (neem), *Cecropia* spp. (embaúba), as folhas foram secas em estufa por três dias à 35 °C graus, após foram trituradas em triturador, pesados 10 gramas do material e adicionados 100 ml do extrator H₂O mineral estéril. O extrato obtido foi conservado em erlenmeyer tampado e mantido sob agitação em incubadora Shaker refrigerada marca Novatecnica a 100 RPM por 24 h. Após este período esta suspensão foi filtrada em gaze e papel filtro 100% celulose, a fim de retirar as partículas sólidas.

Os extratos foram transferidos para frascos de vidro esterilizados e mantidos em congelador para maior conservação. Os extratos foram utilizados para ensaios *in vitro* e *in vivo*.

2.2.6 Ensaios *in vitro*

Foram testados todos os extratos aquosos produzidos a partir do material vegetal coletado, na concentração 1/10, sobre a eclosão de juvenis de *M. incognita*.

O ensaio foi realizado em placas acrílicas do tipo Elisa, colocando-se separadamente em cada cavidade da placa 100 µl da suspensão contendo 50 ovos do respectivo nematoide, obtida pela técnica descrita Bonetti e Ferraz (1981), juntamente com 100 µl de um dos respectivos tratamentos. No tratamento testemunha foi adicionado água. As placas foram mantidas em B.O.D., por 15 dias a temperatura de 25±1 °C, no escuro. No décimo sexto dia avaliou-se o número de J2 eclodidos por tratamento. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. A parcela experimental foi representada por uma cavidade da placa do tipo Elisa.

2.2.7 Ensaios *in vivo*

Neste estudo foi conduzido o ensaio para testar a atividade nematicida via solo dos extratos que apresentaram os resultados com maior eficiência no controle da eclosão de J2, foram eles: extratos aquosos de copaíba, lacre vermelho, embaúba, moringa, neem, andiroba, pimenta malagueta comum, pimenta peito de moça, pimenta chifre de gazela, pimenta bode vermelha, peito de moça preto e pimenta seriema. O ensaio foi realizado no dia 28 de setembro de 2015 e retirado no dia 29 de outubro de 2015 da casa de vegetação. As médias das temperaturas máxima e mínima observadas durante o experimento foram de 38 °C e 33 °C.

Para a montagem dos ensaios, foram utilizados copos plásticos branco de 500 ml de capacidade, contendo uma mistura de solo, areia e material orgânico na proporção de 2:2:1 (v/v/v), previamente autoclavados por uma hora, em autoclave a 120 °C. Em cada copo, transplantou-se uma muda de tomateiro ‘Santa Cruz Kada’ com 15 dias de idade. Logo após, cada planta foi inoculada com uma suspensão aquosa contendo 500 ovos do respectivo nematoide. Após 24 h da inoculação com a suspensão contendo ovos de nematoides, aplicou-se ao solo 10 ml dos respectivos extratos aquosos. Os tratamentos foram os onze extratos aquosos na concentração de 1/10, uma testemunha (com água) e um produto padrão (carbofuram), o nematicida foi aplicado somente no momento do transplântio das mudas, conforme recomendações agronômicas do fabricante.

Os extratos foram aplicados ao solo aos 15 e 30 dias após a primeira aplicação, durante a condução dos ensaios, as plantas foram irrigadas manualmente de acordo com a necessidade diária.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com onze tratamentos e seis repetições. A parcela experimental foi representada por um copo contendo uma planta de tomateiro. Após 30 dias, avaliou-se a altura de parte aérea, com o auxílio de uma régua graduada; a massa da parte aérea fresca e de sistema radicular fresco, ambas medidas em balança analítica; o número de galhas por sistema radicular; o número de ovos, número de ovos total (média de três contagens), média de ovos por grama de raiz, sendo as contagens de número de ovos realizada em câmara de Peters e o fator de reprodução ($FR = Pf/Pi$) percentual de ovos não eclodidos. Os dados dos ensaios foram submetidos a análise de variância e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. A análise estatística dos dados obtidos nesses experimentos foi realizada com o auxílio do pacote estatístico GENES.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Ensaios *in vitro*

O extrato aquoso de moringa reduziu a eclosão de juvenis de *M. incognita* em comparação à testemunha (Tabela 1). As porcentagens de redução na eclosão de J₂ foram de 95%, 87,67% e 93,33% respectivamente (Tabela 1). Ensaios realizados por Sowley et al. (2013), com extratos da folha de moringa nas concentrações de 40, 60 e 80 g / l em condições de campo, demonstraram o rendimento no crescimento de pimentão doce e diminuição da população de nematóides

confirmando o seu potencial no controle dos nematóides das galhas. O efeito nematicida da planta moringa é devido a presença compostos nitrogenados entre eles alcaloides e compostos fenólicos (FRANÇA et al., 2014; AMAROWICZ et al., 2004; LUZIA et al, 2010, FERRAZ et al., 2010). Segunda Tabassam et al. (2014), extratos metanólicos e etanólicos de *Moringa oleifera* têm atividade anti-helmíntica, por provocarem paralisia de helmintos.

O extrato aquoso de copaíba (*Copaifera* sp.) reduziu a eclosão de J2 de *M. incognita* em comparação com tratamento testemunha nos três tempos testados (Tabela 1). A dose testada causou 99,33%, 99,00% e 96,33% de redução na eclosão de J2 de *M. incognita*, respectivamente. Se comparado ao controle com água, observa-se uma redução na eclosão de mais de 20%. Foram relacionadas ao óleo-resina de *Copaifera reticulata* atividades, bactericida, anti-inflamatória, gastroprotetora, antitumoral, tripanossomicida e larvicida, contra *Culex quinquefasciatus* Say (SILVA et al., 2003). Na medicina popular este óleo é utilizado contra mais de 50 tipos de doenças agindo principalmente como anti-inflamatório, bactericida, diurético e expectorante, além de apresentar usos industriais como a extração da madeira (FREIRE et al., 2006). Os extratos de copaíba são compostos basicamente de hidrocarbonetos sesquiterpenicos oxigenados, onde predomina β -cariofileno, β -bisaboleno, β -bergamoteno e β -selineno (VEIGA JUNIOR et al., 2002; CARVALHO, 2004; WANG, 1990). Estudos realizados por Gonçalves et al. (2005) demostram que o extrato hidroalcoólico de copaíba apresentou atividade antimicrobiana em *Proteus mirabilis*, e *Shigella sonnei*. Óleos de copaíba comerciais testados por Gilbert (1972) mostraram atividades de proteção contra a penetração de cercárias de *Schistosoma mansoni*, esse estudo demonstra que a copaíba apresenta atividade contra helmintos. Sabe-se que, algumas plantas com atividade anti-helmíntica podem controlar fitonematoides (FERRIS et al, 1999; DIAS et al., 2000; COIMBRA et al., 2006).

Tabela 1 - Porcentagem de inibição de extratos testados sobre a eclosão de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne incognita*. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na VERTICAL e minúsculas na HORIZONTAL e constituem grupo estatisticamente homogêneo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Inibição de eclosão de J2 (%)	Tratamento		
	16° dia	17° dia	18° dia
<i>Capsicum chinensis</i> (var. pimenta malagueta curta)	08,67Db	35,67Da	07,00Fb
<i>Capsicum frutescens</i> (var. pimenta peito de moça)	57,00Ca	43,67Da	50,67Da
<i>Capsicum chinensis</i> (var. pimenta chifre de gazela)	79,00Ba	71,33Ba	87,33Aa
<i>Carapa guianensis</i> (andiroba)	49,00Cb	75,67Ba	51,33Db
<i>Azadirachta indica</i> (neem)	95,00Aa	97,33Aa	81,33Ba
<i>Capsicum chinensis</i> (var. pimenta seriema)	55,00Ca	49,00Da	66,33Cb
<i>Cecropia</i> sp. (embaúba)	50,67Ca	49,33Da	22,33Ea
<i>Cecropia</i> sp. (embaúba)	98,67Aa	96,67Aa	93,67Aa
<i>Moringa oleífera</i> (moringa)	95,00Aa	87,67Aa	93,33Aa
<i>Copaifera</i> sp. (copaíba)	99,33Aa	99,00Aa	96,33Aa
<i>Vismia guianensis</i> (lacre vermelho)	99,67Aa	95,67Aa	96,67Aa
<i>Capsicum frutescens</i> (var. pimenta bode vermelha)	99,33Aa	99,33Aa	94,67Aa
<i>Capsicum chinensis</i> (var. peito de moça preto)	97,00Aa	86,33Aa	93,67Aa
<i>Capsicum frutescens</i> (var. pimenta malagueta)	95,00Aa	89,33Aa	96,67Aa
Testemunha Água	75,00Ba	62,00Ca	58,67Da
CV total (%): 16,20	-	-	-

Em um ensaio realizado por Amorim et al. (2004) verificou-se que houve atividade antifúngica do óleo resina de *Copaifera reticulata* em três concentrações: 250 µl, 450 µl e 750 µl, no controle da inibição micelial dos fitopatógenos *Phomopsis* sp., *Colletotrichum gloeosporioides* e *Phytophthora* sp.

Estudo realizado por Souza et al. (2013) demonstrou a atividade antihelmíntica de *Gliricidia sepium* Jacq, sobre o parasitismo das larvas de *H. contortus*, *G. sepium* e *L. leucocephala*. O gênero *Gliricidia* pertencente à Família botânica Fabaceae, a mesma família da copaíba. Embora tenha sido comprovada a ação do extrato aquosos de copaíba, não foram encontrados trabalhos sobre a eficácia do extrato de *Copaifera* sp..

Também para *M. incognita* o extrato aquoso de lacre vermelho (*Vismia guianensis*) causou inibição na eclosão de J2 de 99,67%, 95,67% e 96,67%, em relação à testemunha água, não havendo diferenciação significativa quanto ao tempo de exposição ao extrato (Tabela 1). *Hypericum caprifoliatum* Cham e Schlecht, pertencente à família Hypericaceae, a mesma família botânica de *Vismia* sp., foi testada por Avancini (1994) contra alguns agentes

bacterianos, apresentando atividade bacteriostática e bactericida frente a nove amostras testadas, dentre elas o *Staphylococcus aureus* e a *Salmonella choleraesuis*.

Souza (2014) em estudos realizados para a contribuição fitoquímica de *Vismia guianensis*, testou o óleo essencial em linhagens gram positivas de *S. aureus* e gram negativas de *E. coli* e *P. aeruginosa*, esses testes demonstraram forte atividade antimicrobiana do óleo essencial da inflorescência de *V. guianensis*. Estudos sobre a ação nematicida de *Vismia guianensis* são escassos, porém, em pesquisa recente realizada por Alvarez et al. (2008) observou-se que frutos desta planta apresentavam compostos fenólicos que possuem atividade nematicida (CHITWOOD, 2002).

Os resultados obtidos com o uso de extrato aquoso de neem causaram 95%, 97,33% e 81,33%, sobre a eclosão de J2 de *Meloidogyne incognita* em comparação com a testemunha água, confirmando a ação nematicida do neem. O neem (*Azadirachta indica*) é uma das plantas que vem sendo mais estudadas nos últimos 20 anos (TABASSAM et al., 2014). O neem apresenta efeito sobre mais de 200 espécies de insetos, ácaros, nematoides, fungos, bactérias e até mesmo alguns fitovírus (CHITWOOD, 2002). Em ensaios realizados por Javed et al. (2008), o extrato aquoso da folha do neem à 10% e a torta de neem causaram 83% e 85% de imobilidade e 35% e 28% de mortalidade em juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne javanica*. Segundo Javed et al. (2007), isso insinua que os metabolitos secundários produzidos pelo neem são incorporados pelas raízes e impedem a penetração de J2.

O efeito de neem contra nematoides, provavelmente é devido à presença de várias substâncias químicas, como azadiractina, nimbina, salanina entre outras (CHITWOOD, 2002). Os compostos bioativos do neem podem ser encontrados em toda a planta, no entanto, aqueles presentes nas folhas e sementes são os mais concentrados (MARTINEZ, 2002).

Para as espécies de embaúba testadas os extratos demonstraram inibição na eclosão de juvenis de *M. incognita* nos três tempos testados: 98,67%, 96,67% e 93,67 respectivamente 91,67%, 75,33% e 92,33%.

Não foram encontrados estudos sobre a ação do extrato de embaúba para fitonematoides, porém, estudos realizados em extratos hidroalcóolicos de *Cecropia glaziovii* Sneth, por Stange et al. (2008) demonstraram que a prospecção fitoquímica indicou a presença de flavonoides, fenóis, antraquinonas, cumarinas, catequinas, proteínas, açúcares redutores, depsídeos/depsídonas e triterpenos, destes isolados os fenóis e triterpenos são conhecidos por apresentarem ação nematicida (CHITWOOD, 2002). Segundo TORRES et al. (2001), ao testarem o extrato aquoso de plantas como a embaúba, estes apresentavam consistência viscosa, e foi possível observar que o extrato afetava a viabilidade larval dificultando a

locomoção e, principalmente, a alimentação das larvas de primeiro instar. Os extratos de embaúba produzidos para estes testes também apresentavam consistência viscosa o que pode estar associado o seu efeito sobre os nematoides, especialmente no estágio avaliado (J2), quando a motilidade é fator importante para a sobrevivência do nematoide. (TORRES et al., 2001).

Para o extrato aquoso de andiroba (*Carapa guianensis*), somente no segundo ensaio observou-se inibição de eclosão 75,67% (Tabela 1) de juvenis de segundo estágio de *M. incognita* se comparado com a testemunha água, o efeito ocorreu em função do tempo de exposição do J2 em relação ao extrato. Andiroba é uma planta usada popularmente para tratar diversas enfermidades como febres e vermes intestinais, e possui crescente aplicação, não só terapêutica, como também, na indústria química e cosmética (SILVA et al., 2014). Em estudo fitoquímico realizado por Silva et al. (2014) o extrato bruto etanólico de *Carapa guianensis* Aubl. (Crabwood), apresentou presença de fenóis, taninos e antraquinonas, inúmeros compostos encontrados em plantas superiores que apresentam atividade seletiva em relação a microrganismos patogênicos. Dentre estes destacam-se: alcaloides, terpenos, quinonas e flavonoides (SANTOS, 2008), sendo que alguns desses compostos possuem ação nematicida comprovada, como é o caso dos taninos e terpenos. (FERRAZ et al., 2010)

Farias et al. (2010) em experimentos usando óleo de andiroba nas seguintes diluições 100, 50, 30, 25 e 10%, em nematoides de caprinos e ovinos, observaram que na espécie caprina houve redução efetiva no número de larvas totais para os tratamentos 100, 50 e 30%. Na espécie ovina observou-se redução altamente efetiva no número de larvas totais em todos os tratamentos, com médias nulas nos tratamentos 100, 50 e 30%.

Para os extratos aquosos a base de *Capsicum* sp. a inibição na eclosão de *M. incognita* foi de 97%, 86,33% e 93,67% para variedade peito de moça preto, 99,33%, 99,33% e 94,67% var. bode vermelha, 95%, 89,33% e 96,67% variedade malagueta e 79%, 72,33% e 87,33% variedade chifre de gazela, respectivamente em comparação com a testemunha água (Tabela 1). Isso se deve à presença de compostos fenólicos como capsaicina e capsainóides. Esses compostos possuem ação nematicida, conforme demonstrado por Leal (2012), em ensaio realizado em nematóides em estágio J2, no qual observou que os extratos etanólicos das variedades pimenta biquinho e bode (*Capsicum chinense*) em diferentes concentrações (250 µg, 350 µg, 400 µg, 500 µg, 1 mg) causaram inibição/imobilidade em todas as concentrações em mais de 60% em J2 de *Meloidogyne incognita*, após 48 h de exposição aos extratos, comparados a testemunha água.

Em experimento realizado por Silva et al. (2012) com extrato de *Capsicum* na proporção utilizando 20g do material para 100ml de água, demonstrou que o extrato de pimenta apresentou inibição de 52,80% sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e *Pyricularia oryzae*, respectivamente. Para as variedades pimenta malagueta curta, peito de moça e seriema os extratos apresentaram inibição inferior ao da testemunha (Tabela 1).

2.3.2 Ensaios *in vivo*

Os extratos mais promissores avaliados *in vitro* foram escolhidos para ensaios *in vivo* em casa de vegetação.

Observou-se nesse ensaio, para os extratos aquosos de *Capsicum frutescens* (variedade pimenta malagueta comum) e *Capsicum chinensis* (variedade pimenta seriema), *Cecropia* sp. (embaúba), *Moringa oleifera* (moringa) e *Vismia guianensis* (lacre vermelho), houve um aumento da matéria fresca da parte aérea se comparados com a testemunha nematicida, para a altura da parte aérea os resultados não diferem da testemunha água. Para os demais extratos não foram observadas diferenças significativas em comparação com as testemunhas água e nematicida (Tabela 2). Em ensaios realizados por Mateus (2012), os extratos aquosos de gervão, e picão apresentaram um aumento de 55% e de 53% na parte aérea do tomateiro, o mulungu apresentou o aumento em mais de 100%. A diferenças observadas na altura da parte aérea, podem ser devido a algum efeito tônico dos extratos sobre as plantas. (FRANZENER, 2007).

Em relação ao peso da matéria fresca da parte aérea, os extratos de lacre vermelho, embaúba, neem, moringa e variedade de pimenta malagueta comum), apresentaram resultados superiores 1,03 g, 0,43 g, 0,51 g, 0,51 g, 0,48 g respectivamente em relação a testemunha nematicida 0,23 g, mas não diferiram da testemunha água de acordo com o teste Scott Knott à 5% de probabilidade. O extrato aquoso *Vismia guianensis* de (lacre vermelho) resultou em um aumento em 1,03 g para o peso da matéria da raiz fresca, foi estatisticamente superior as testemunhas água e nematicida (0,71 g e 0,23 g) e, aos demais extratos testados. Para os extratos aquosos de andiroba, moringa, variedades de pimenta malagueta comum e pimenta seriema, os resultados foram superiores ao nematicida.

Para o número de galhas, os tratamentos extrato aquoso de lacre vermelho, copaíba, andiroba, moringa, embaúba, variedades de pimenta malagueta comum e seriema, mas, não diferiram da testemunha água, de acordo com o teste Scott Knott à 5% de probabilidade, porém, os extratos de lacre vermelho, embaúba, andiroba, moringa, pimenta malagueta comum, seriema reduziram o número total de ovos, foram superiores a testemunha água e não diferiram

estatisticamente do nematicida testado. Assim, o potencial na inibição da formação de ovos. Gardiano (2006) realizou ensaios com extratos de hortelã, badana e mamona via solo sobre nematoide *M. javanica* e observou a eficiência na redução de número de ovos em 81,7%, 75,9% e 56,6% respectivamente.

O tratamento neem resultou em um aumento número de galhas, o resultado foi superior ao das duas testemunhas testadas.

Para os números de ovos por grama de raiz os extratos lacre vermelho, embaúba, andiroba, pimenta malagueta curta e pimenta seriema os extratos mostraram serem eficientes se comparados a testemunha água e estatisticamente iguais ao nematicida testado. Segundo Olabiyi et al. (2008) os extratos aquosos da raiz de calêndula e manjerição aplicadas nos ensaios, reduziram as populações de nematóides de galhas no solo, com aumentos correspondentes na altura de planta, folha da planta e a produção de frutos durante o tratamento, redução significativa de galhas radiculares das parcelas tratadas indicado controle de nematóides de galhas eficaz pelos extratos aquosos de raiz. No fator de reprodução todos os extratos tiveram resultados superiores aos da testemunha água, demonstrando assim potencial na inibição da reprodução de *M. incognita*, exceto o neem.

Steffen et al. (2008) utilizou dez óleos essenciais de plantas medicinais (*Lavandula angustifolia*, *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha piperita*, *Rosmarinus officinalis*, *Matricaria chamomilla*, *Ocimum basilicum*, *Achyrocline satureioides*, *Origanum vulgare* e *Foeniculum vulgare*) sobre o controle de *M. graminicola* em arroz irrigado e verificou que todos os óleos essenciais proporcionaram redução significativa no número de galhas e fator de reprodução. Bosenbecker (2006) e Oka et al. (2000), avaliando o efeito do óleo essencial de hortelã sobre *M. javanica*, após 24 h de exposição, encontraram índices de mortalidade de 76 a 78%.

Tabela 2 - Número de galhas (Nº G), número total de ovos (Nº TO), número de ovos por grama de raiz (Nº OGR) e fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne incognita* após a aplicação via solo de extratos aquosos Porto Velho/ RO, 2015. Médias seguidas pelas mesmas letras, constituem grupo estatisticamente homogêneo pelo teste de Scott-Knott a 5%.

TRATAMENTO/Espécie	Nº G	Nº TO	Nº OGR	FR
<i>Capsicum frutescens</i> (variedade pimenta malagueta comum)	47,50b	19,30d	04,50c	00,60d
<i>Capiscum chinensis</i> (variedade pimenta seriema)	57,33b	31,60d	03,60c	00,60d
<i>Vismia guianensis</i> (lacre vermelho)	44,66b	49,40d	04,50c	00,10d
<i>Cecropia</i> sp. (embaúba I)	43,83b	47,70d	06,03c	00,90d
<i>Cecropia</i> sp. (embaúba II)	59,00b	20,50d	12,60c	00,40d
<i>Carapa guianensis</i> (andiroba)	82,83b	48,90d	09,80c	00,80d
<i>Copaifera</i> sp. (copaíba)	47,16b	97,70c	23,80b	01,90c
<i>Azadirachta indica</i> (neem)	103,0a	267,4a	43,90a	05,20a
<i>Moringa oleifera</i> (moringa)	55,60b	30,00d	37,20a	00,60d
Testemunha Água	68,33b	149,4b	23,40b	02,90b
Testemunha nematicida	00,16c	11,10d	05,50c	00,00d
CV (%)	31,20	46,70	61,90	36,50

2.4 Conclusão

Dos extratos *in vitro* testados destacou-se apenas o extrato aquoso de copaíba (*Copaifera* sp.), lacre vermelho (*Vismia guianensis*), bode vermelho (*C. frutescens*) e embaúba (*Cecropia* sp.) com mais de 90% de inibição da eclosão J₂ de *M. incognita*.

Dos extratos testados *in vivo*, destaca-se o extrato de *Vismia guianensis* (lacre vermelho), cuja efeito foi observado tanto na redução de número de ovos por grama de raiz, quanto no fator de reprodução e aumento da matéria fresca da raiz.

Estes resultados demonstram a potencialidade dos extratos de plantas no controle de nematóides como substitutos de nematicidas comerciais. Entretanto, testes determinando dosagem e forma de aplicação ainda precisam ser realizados para determinar a melhor forma de aplicação dos mesmos, apenas o de neem não afetou a produção de galhas e ovos por grama de raiz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ, E. R.; JÍMENEZ, O. J. G.; POSADA, C. M. A.; ROJANO, B. A.; GIL J. H. G.; GARCÍA, C. M. P.; DURANGO, D. L. R. Antioxidant activity and phenolic content of extracts from berries of two species of *Vismia genus* (Guttiferae). **VITAE, REVISTA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA**, Medellín: n. 1, v. 15, p. 165-172, 2008.

AMAROWICZ, R.; PEGG, R. B.; RAHIMI-MOGHADDAM, P.; BARL, B.; WEIL, J. A. Free radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the *Canadian prairies*. **Food Chemistry**, v. 84, p. 551-562, 2004.

AMORIM, A. C. L.; CARDOSO, M. D. G.; PINTO, J. E. B. P.; SOUZA, P. E. D.; DELÚ FILHO, N. Fungitoxic activity avaliation of hexane and methanol extracts of copaíba plant leaves *Copaifera langsdorffi* Desfon. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras: n. 2, v. 28, p. 314-322, 2004.

AVANCINI, C. A. M. Sanidade animal na agroecologia: atitudes ecológicas de sanidade animal e plantas medicinais em medicina veterinária. **Fundação Gaia e Centro Agrícola Demonstrativo da Prefeitura Municipal de Porto Alegre**, Porto Alegre: p. 46, 1994.

BETTIOL, W. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, 2009, 341 p.

BONETTI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, n.3, p.553, 1981.

BOSENBECKER, V. K. **Efeitos de óleos essenciais de plantas bioativas no controle de Phytophthora infestans e Meloidogyne javanica em batata (Solanum tuberosum L.)**. 2006. 65 f. Tese (Doutorado em Agronomia) -Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2006.

CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, n. 1, v. 25, p. 35-44, 2001.

CARVALHO, J. C. T. **Fitoterápicos anti-inflamatórios (aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas)**. 1ª ed. São Paulo: Tecmedd, v. 1. 2004. 480 p.

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Metodologia para seleção de hortaliças com resistência a nematóides: alface/*Meloidogyne* spp. **Comunicado Técnico**. EMBRAPA, 2005.

CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, v. 40, p. 221-249, 2002.

COIMBRA, J. L.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. S.; SOUSA, C. S.; RIBEIRO, F. L. B. Toxicidade de extratos vegetais a *Scutellonema bradys*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1209-1211, 2006.

DIAS, C. R.; SCHWAN, A. V.; EZEQUIEL, D. P.; SARMENTO, M. C. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais na sobrevivência de juvenis de *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 24, p. 203-210, 2000.

FARIAS M. P. O.; TEIXEIRA W. C.; WANDERLEY A. G.; ALVES L. C.; FAUSTINO M. A. G. In vitro evaluation of *Carapa guianensis* Aubl. seed oil effects on larvae from gastrointestinal nematodes of goats and sheep. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, n. 2, v. 12, p. 220-226, 2010.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. de; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematóides**. Viçosa: UFV, 2010, 306 p.

FERRIS, H.; ZHENG, L. Plant sources of chinese herbal remedies: effects on *Pratylenchus vulnus* and *Meloidogyne javanica*. **Journal of nematology**, n. 3, v. 31, p. 241-263, 1999.

FRANÇA, F. R. M.; MENEZES, D. S.; MOREIRA, J. J. S.; DA SILVA, G. F.; BRANDÃO, S. T. Potencial da *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae) como fonte de antioxidante natural para biocombustível. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, p. 7167-7174, 2015.

FRANZENER, G., MARTINEZ-FRANZENER, A. S.; STANGARLIN, J. R.; FURLANETTO, C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Proteção de tomateiro a *Meloidogyne incognita* pelo extrato aquoso de *Tagetes patula*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba: n. 1, v. 31, p. 27-37, 2007.

FREIRE, D. C. B.; BRITO-FILHA, C. R. C.; CARVALHO-ZILSE, G. A. Efeito dos óleos vegetais de andiroba (*Carapa* sp.) e copaíba (*Copaifera* sp.) sobre forídeo, pragas de colméias, (*Diptera*: Phoridae) na Amazônia Central. **Acta amazônica**, n. 3, v. 36, p. 365-368, 2006.

FREITAS, L. G.; LIMA, R. D'ARC de; FERRAZ, S. Introdução à nematologia. **Cadernos Didáticos**, Viçosa: UFV, n. 58, 2009, 90 p.

GARDIANO, C. G. **A atividade nematicida de extratos aquosos e tinturas vegetais sobre *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949**. 2006. 92 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.

GILBERT, B.; MORS, W. B.; BAKER, P. M.; TOMASSINI, T. C. B.; GOULART, E. G.; HOLANDA, J. C.; COSTA, J. A. R.; LOPES, J. N. C.; SANTOS FILHO, D.; SARTI, S. J.; TURCO, A. M. T.; VICHNEWSKI, W.; LOPES, J. L. C.; THAMES, A. W.; PELLEGRINO, J.; KATZ, N. A atividade anti-helmíntica de óleos essenciais e de seus componentes químicos. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 44, p. 423-428, 1972.

GONÇALVES, A. L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas. **Arquivos do Instituto Biológico**, n. 3, v. 72, p. 353-358, 2005.

JAVED, N.; GOWEN, S. R.; EL-HASSAN, S. A.; INAM-UL-HAQ, M.; SHAHINA, F.; PEMBROKE, B. Efficacy of neem (*Azadirachta indica*) formulations on biology of root-knot

nematodes (*Meloidogyne javanica*) on tomato. **Crop Protection**, Guildford: n. 1, v. 27, p. 36-43, jan. 2008.

JAVED, N.; GOWEN, S. R.; INAM-UL-HAQ, M.; ANWAR, S. A. Protective and curative effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations on the development of root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in roots of tomato plants. **Crop Protection**, Guildford: n. 4, v.26, p. 530-534, abril, 2007.

KARSEN, G.; MOENS, M. Root-knot Nematodes. In: Perry, R.N. & Moens, M. (Eds). **Plant nematology**, Wallingford. CABI, p. 59-88, 2006.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 1, 2005. 663 p.

LEAL, A. P. F. **Avaliação das propriedades farmacológicas dos extratos brutos de duas variedades de Cpsicum chinense Jacq.** 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande-MS. 2012.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Potencial antioxidante de extratos de sementes de limão (*Citrus limon*). **Ciência e Tecnologia do Alimento**, v. 30, p. 489 - 493, 2010.

MARTINEZ, M. M. Ação do nim sobre nematoides. In: O nim – *Azadirachta indica*, natureza, usos múltiplos e produção. **IAPAR Instituto agrônomo do Paraná**, Londrina-PR. p. 65-68, 2002.

MATEUS, M. A. F. **Extratos aquosos de plantas medicinais no controle de nematóides das galhas**. 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná, 2012.

OKA, Y., S. NACAR, E. PUTIEVSKY, U. RAVID, Z. YANIV e Y. SPIEGEL. Nematicidal activity of essential oils and their components against the rootknot nematode. **Nematology**, n. 7, v. 90, p. 710-715, 2000.

OLABIYI, T.I. Pathogenicity study and nematotoxic properties of some plant extracts on the root-knot nematode pest of tomato, *Lycopersicon esculentum* (L.) mill. **Plant Pathology Journal**, v. 7, p. 45-49, 2008.

SANTOS, A. E. **Avaliação do potencial antioxidante e caracterização química das frações cromatográficas e extrato etanólico das folhas de Bauhinia longifolia (Bong)**. 2008. 93 f. Monografia (Graduação em Química) - Faculdade de filosofia, ciências e letras do alto São Francisco. Luz, Minas Gerais, 2008.

SILVA, F. R. P. e ALMEIDA S. S. M. S. Análise fitoquímica e microbiológica da atividade do extrato bruto etanólico da Andiroba, *Carapa guianensis* Aubl. **Biota Amazônia Macapá**, n. 4, v. 4, p. 10-14, 2014.

SILVA, I.G.; ZANON, V.O.M.; SILVA, H.H.G. Larvicidal activity of *Copaifera reticulata* Ducke oil-resin against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). **Neotropical Entomology**, n. 4, v. 32, p. 729-732, 2003.

DA SILVA, J. L.; TEIXEIRA, R. N. V.; SANTOS, D. I. P.; PESSOA, J. O. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento in vitro de fitopatógenos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró: v.7, n.1, p. 80-86. Janeiro-março de 2012.

SOUSA, R. G.; FALCÃO, H. S.; BARBOSA FILHO, J. M.; MELO DINIZ, M. F. F.; BATISTA, L. M. Atividade anti-helmíntica de plantas nativas do continente americano: uma revisão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu: v. 15, n. 2, p. 287-292, 2013.

SOUZA, M. S. R. **Contribuição para o conhecimento fitoquímico da *Vismia guianensis* (Hypericaceae)**. 2014. 94 f. Dissertação (Mestrado em produtos naturais e sintéticos bioativos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-Paraíba. 2014.

SOWLEY, E. N. K.; KANKAM, F.; ADOMAKO, J. Management of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) on sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) with moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf powder. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, n.13, v. 47, p. 1531-1538, 2014.

STANGE, V. S.; GOMES, T. D. U. H.; ANDRADE, M. A.; BATITUCCI, M. C. P. Avaliação do efeito mutagênico do extrato hidroalcoólico bruto, por meio de bioensaios in vivo e prospecção fitoquímica de *Cecropia glaziovii* Sneth (embaúba), Cecropiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n. 2b, v. 19, p. 637-642, 2009.

STEFFEN, R. B. Avaliação de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de *Meloidogyne graminicola* em arroz irrigado. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba: n. 2, v. 32, p. 127-134, 2008.

TABASSAM F.; MUHAMMAD S. S.; MUHAMMAD JAWAD-UL-HASSAN, RAO M.S. AND ZAFAR I. Phytomedicinal value of *Moringa oleifera* with special reference to antiparasitics. **Pak. J. Agri. Sci.**, n. 1, v. 51, p. 251-262, 2014.

TORRES, A.L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J.V. DE. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera). **Neotropica Entomologia**, n. 1, v. 30, p. 151-156, 2001.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O gênero *Copaifera* L. **Química nova**, São Paulo: n. 2, v. 25, p. 273-286, abr./maio, 2002.

WANG, J. L.; LANGENHEIM, J. H. Seasonal and diurnal variations in leaf sesquiterpenes of green house grown saplings of *Hymenaea* and *Copaifera*. **Acta Botanica Yunnanica**, v. 12, n. 1, p. 85-91, 1990.

3 DESINFESTAÇÃO DE SUBSTRATO COM MELOIDOGYNE INCOGNITA UTILIZANDO COLETOR SOLAR

RESUMO

O equipamento denominado coletor solar ou solarizador adaptado, foi desenvolvido para desinfestar substratos utilizados para produção de mudas em viveiros, com o uso da energia solar. O coletor tem a finalidade de controlar as doenças causadas por microrganismos habitantes do solo em substituição a produtos agrotóxicos que contaminam o ambiente e causam riscos aos seres humanos. Para o solarizador foram utilizadas chapas de aço galvanizado, dobradas na forma de tubos de 150 e 200 mm de diâmetro e tubo de PVC de 150 mm. Todos os tubos foram pintados com tinta fosca preta, paralelamente colocados numa caixa composta por tábua plainada de angelim com as seguintes dimensões: 2 cm x 105 cm x 100 cm para no fundo, 2 cm x 105 cm x 30 cm utilizadas nas laterais e ripas de angelim 1 cm x 2,5 cm x 100 cm para o encaixe das peças de vidro. A madeira foi impermeabilizada com massa tipo asfáltica nº 1. Três peças de vidro transparente de 03 mm x 44 cm x 103 cm foram colocados sobre a parte superior da caixa, para a vedação, o fundo do solarizador foi revestido em três camadas: a primeira camada de mesma chapa de aço galvanizado com 20 mm x 105 cm x 100 cm, a segunda camada foi composta por uma manta térmica (forro para telhados) e a última camada, composta por uma placa de compensado de 6 mm x 105 cm x 100 cm. Os tubos foram preenchidos com substrato infestado de *M. incognita* (1000 ovos por litro de solo) e tratado por três dias. Os resultados demonstraram que o tubo PVC foi o mais eficiente em concentrar e armazenar calor, chegando a 65 °C. Para o ensaio *in vivo* o substrato tratado recebeu mudas de feijão com 25 dias de idade, a testemunha foi o substrato infestado com uma suspensão de 500 ovos de *M. incognita*, foram dez repetições para cada tratamento. Após 30 dias foram avaliados e verificou-se que todos os tratamentos foram 100% eficientes para erradicar *M. incognita* do substrato. O coletor solar modificado foi eficiente para tratar substratos infestado pelo nematoide das galhas e recomenda-se o uso de tubos em PVC 150 mm.

Palavras-chave: Solarização. Temperatura. Tubo PVC.

ABSTRACT

The equipment called solar collector or adapted solarization was developed to disinfestation substrates used for the seedlings production, with the use of solar energy. The collector has the purpose of controlling the diseases caused by soil inhabitant's microorganisms in replacement of pesticide products that contaminate the environment and cause risks to humans. For solar collector galvanized steel sheet, folded in the form of tubes 150 and 200 mm in diameter and tube 150 mm PVC were used. All tubes were painted with flat black paint, placed in parallel in a plain wooden boxes (angelim wood) with the following dimensions: 2 x 105 cm x 100 cm for the bottom, 2 cm x 105 cm x 30 cm at the sides, and angelim strips of 1 cm x 2.5 cm x 100 cm for the fitting of the glass pieces. The wood was sealed with grease type asphalt No. 1. Three pieces of transparent glass 3 mm x 44 cm x 103 cm were placed on the top of the box. To seal the bottom of the solar collector was coated in three layers: the first Layer same galvanized steel sheet of 20 mm x 105 cm x 100 cm, the second layer was composed of a heating element (lining for roofs), and the last layer consisting of a plywood plate 6 mm x 105 cm x 100 cm. The tubes were filled with *M. incognita* infested substrate (1000 eggs per liter of soil) and treated for three days. The results showed that the PVC pipe was the most efficient to concentrate heat, reaching 65 °C. For the in vivo test the treated substrate received common bean seedlings, 25 days after emergence, and control plants were infested with a suspension of 500 eggs of *M. incognita*, with ten repetitions for each treatment. After 30 days the treatments were evaluated and it was found that all of them were 100% effective in eradicating *M. incognita*, except to the control plants. Therefore the modified solar collector is effective to treat substrates infested with the nematode *M. incognita* and the use of PVC pipes 150 mm was recommended.

Key words: Solarization. Temperature. PVC pipe.

3.1 Introdução

O equipamento denominado coletor solar ou solarizador, foi desenvolvido para desinfestar substratos utilizados para produção de mudas em viveiros, com o uso da energia solar. O coletor tem a finalidade de controlar as doenças causadas por microrganismos habitantes do solo em substituição a produtos agrotóxicos que contaminam o ambiente e causam riscos aos seres humanos (GHINI, 2004).

Dentre os métodos físicos mais amplamente utilizados está o tratamento térmico de substratos, tanto por meio de calor úmido (pasteurização) quanto por calor seco (solarização). O calor seco tem a vantagem de não liberar compostos que podem ser fitotóxicos como manganês (FERRAZ et al., 2010).

O processo de solarização consiste no aumento da temperatura do solo, intensificando o efeito estufa, onde a radiação solar atravessa um plástico transparente, convertendo-se em energia calorífica na superfície do solo, a qual é utilizada, principalmente no processo de evaporação da água ali armazenada, gerando como consequência vapores com temperaturas que alcançam em certas circunstâncias valores iguais ou superiores a 50 °C.

Esta temperatura é suficiente para eliminar os principais microrganismos dos solos como fungos, bactéria, vírus e nematoides que para sobrevivência requerem temperaturas inferiores a 35 °C. A cobertura do solo provoca um efeito estufa que eleva a temperatura do solo causando a morte ou o enfraquecimento dos propágulos de microrganismos fitopatogênicos. O importante é que esta técnica não erradica microrganismos termo resistente, como diversas bactérias esporofíticas, a exemplo do *Bacillus* spp. não provocando o “vácuo biológico”, uma vez que estes micro-organismos têm ação benéfica no solo. (CAMPANHOLA et al., 2003; GHINI, 2004; MIRANDA, 2005).

O solarizador quando comparado a outros aos sistemas tradicionais (autoclaves e aplicação de brometo de metila) apresenta diversas vantagens: não utiliza energia elétrica ou lenha, é de fácil manutenção e construção, não apresenta riscos ao meio ambiente e ao ser humano. Apesar de algumas limitações, a solarização pode ser aplicável, como estratégia de manejo de nematóides, em várias situações como no cultivo orgânico, cultivo protegido e na agricultura familiar (BAPTISTA, 2004).

3.2 Material e métodos

3.2.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram realizados na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro de Pesquisa Agroflorestral de Rondônia-EMBRAPA/CPAFRO, no Campo Experimental, em Porto Velho, Rondônia.

3.2.2 Descrição do equipamento e modo de uso

O coletor solar ou solarizador foi construído conforme especificações de GHINI et al. (1991) com modificações (Figura 1).



Figura 1 - Coletor solar construído e utilizado na desinfestação do substrato.

Para tanto, foram utilizadas chapas de aço galvanizado, dobradas na forma de tubos de 150 e 200 mm de diâmetro e tubo de PVC de 150 mm. Todos os tubos foram pintados com tinta fosca preta, paralelamente colocados numa caixa composta por tábua plainada de angelim com as seguintes dimensões: 2 cm x 105 cm x 100 cm para no fundo, 2 cm x 105 cm x 30 cm

utilizadas nas laterais e ripas de angelim 1 cm x 2,5 cm x 100 cm para o encaixe das peças de vidro (Figura 2 e 3). A madeira foi impermeabilizada com massa tipo asfáltica nº 1, para aumentar a durabilidade do equipamento. Deve-se procurar adquirir madeira certificada, de acordo com normas técnicas de manejo florestal sustentável (Ghini et al., 1991).

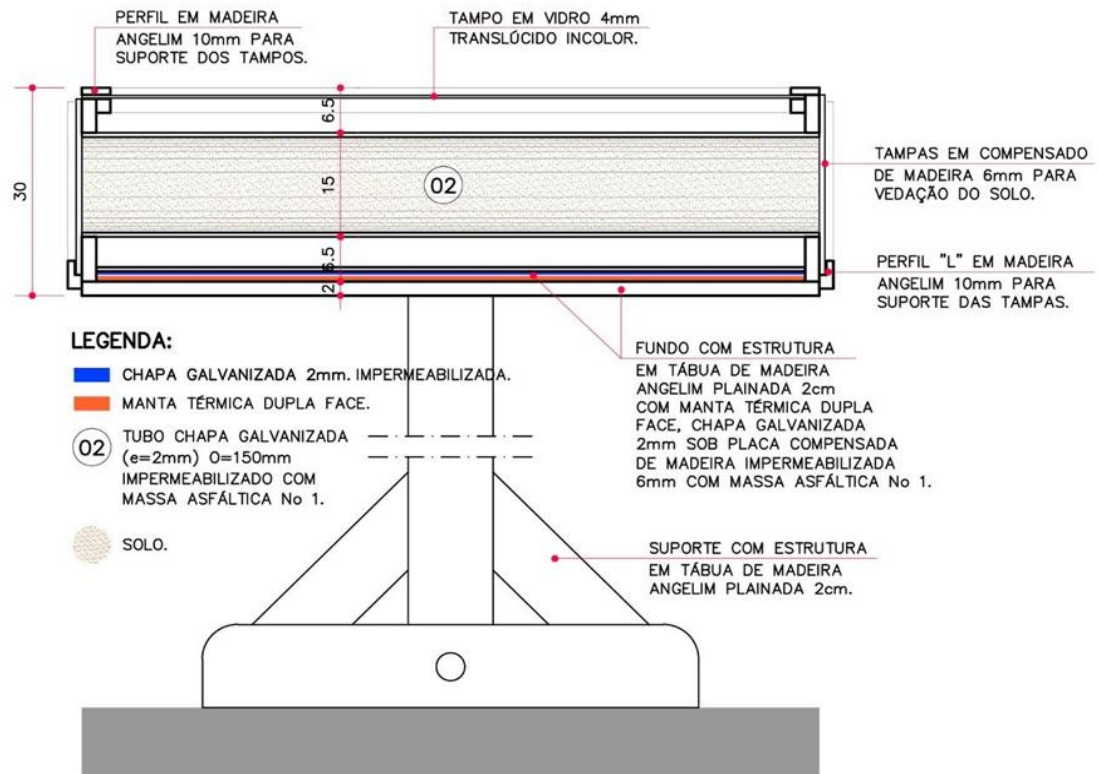


Figura 2 - Estrutura lateral corte BB.

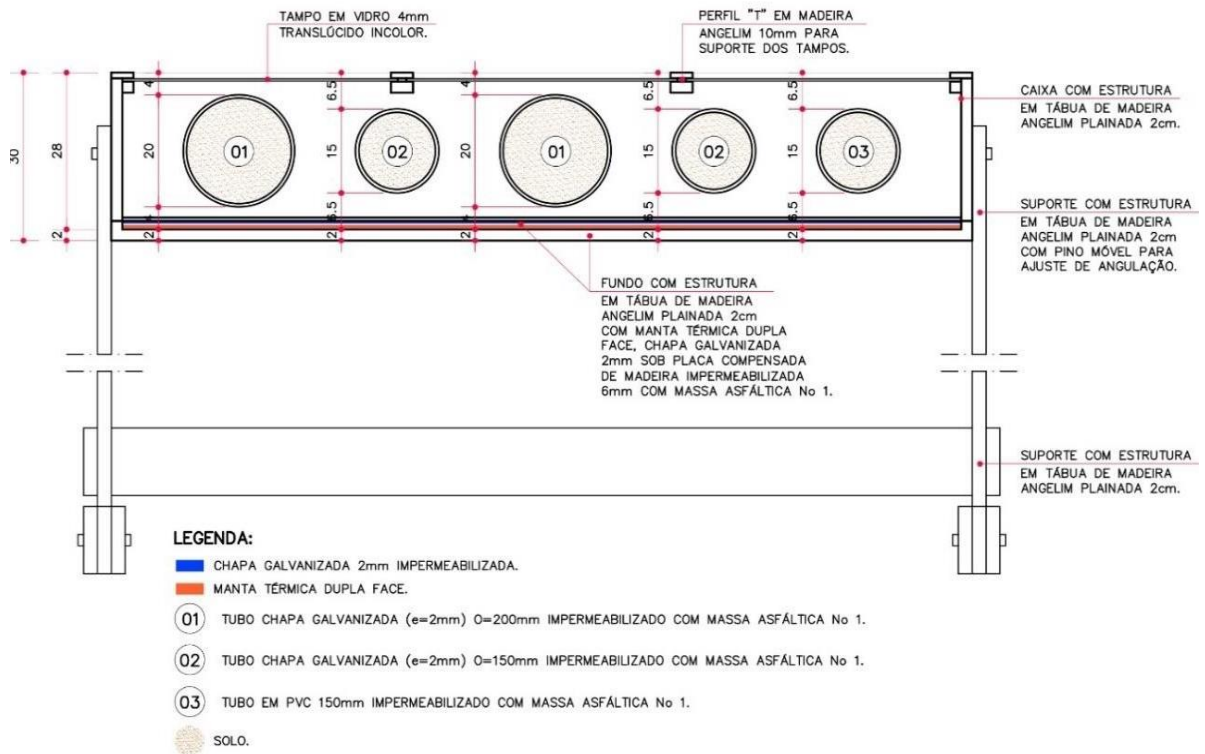


Figura 3 - Corte AA.

Três peças de vidro transparente de 03 mm x 44 cm x 103 cm foram colocados sobre a parte superior da caixa, para a vedação, o fundo do solarizador foi revestido em três camadas: a primeira camada de mesma chapa de aço galvanizado com 20 mm x 105 cm x 100 cm, a segunda camada foi composta por uma manta térmica (forro para telhados) e a última camada, composta por uma placa de compensado de 6 mm x 105 cm x 100 cm. (Figura 2).

Após a montagem determinou-se a capacidade volumétrica dos tubos, conforme descrito a seguir: dois tubos de ferro galvanizado de 150 mm de diâmetro, com capacidade total 36 l de substrato; um tubo de PVC de 150 mm de diâmetro com capacidade total de 18 l de substrato; e dois tubos de 200 mm de diâmetro, com capacidade total 64 l de substrato.

O solo foi colocado nos tubos pela abertura superior e, após o tratamento, retirados pela abertura inferior, por meio da força da gravidade. Os coletores foram instalados com exposição na face norte e um ângulo de inclinação semelhante à latitude local acrescida de 10°. Porto Velho-Rondônia está localizada na latitude de 8°, assim, o coletor solar foi instalado com ângulo de 18° de inclinação. O suporte do coletor foi construído com pinos móveis para facilitar à retirada do substrato tratado e trava para manter na inclinação correta (Figura 4). Cada coletor tem capacidade para tratar 118 l de substrato por dia de radiação plena.

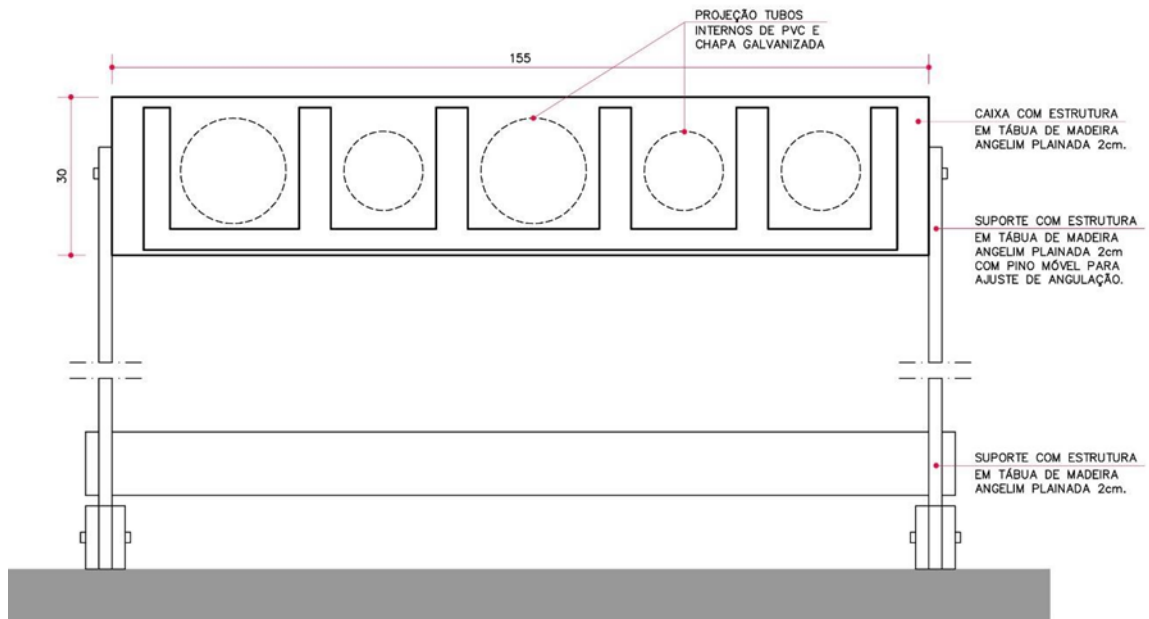


Figura 4 - Elevação frontal, suporte com pino móvel para ajuste de angulação.

Qualquer tipo de substrato pode ser tratado, isto é, qualquer mistura de solo e diferentes materiais. Entretanto, substratos com umidade elevada não atingem altas temperaturas. Os coletores foram carregados no período da manhã, permaneceram expostos ao sol durante três dias de radiação. A temperatura foi verificada com datalogger com extensor da marca Akson AK 176, por meio de um furo do tamanho diâmetro do extensor nas tampas dos tubos, colocou-se os extensores ao centro de cada tubo.

As temperaturas foram programadas no datalogger para serem verificadas a cada 30 min, após três dias foram recuperados os dados gravados no aparelho. O substrato tratado foi recolhido em baldes previamente lavados com hipoclorito e água, após, foram utilizados nos ensaios *in vivo*.

3.2.3 Substrato utilizado no solarizador

Para os ensaios realizados no solarizador, 118 l de substrato foram autoclavados por uma hora, à uma temperatura de 120 °C em sacos de tecido de 5 l, após, o substrato foi colocado em estufa por 24 h para secagem à 60 °C. O substrato foi infestado com uma suspensão de ovos para posterior uso no solarizador.

Os inóculos de nematoides utilizados nos ensaios foram obtidos de populações coletadas no Campo experimental da Embrapa em Ouro preto do Oeste. Estas populações foram

identificadas através de eletroforese, utilizando o método de Carneiro e Almeida (2001) multiplicadas em plantas de tomateiro ‘Santa Cruz Kada’, mantidas em casa de vegetação.

Para a extração dos ovos dos nematoides foi seguido o método descrito por Bonetti e Ferraz (1981). A contagem dos ovos para a calibração da suspensão (1.000 ovos/por l de substrato) foi feita em microscópio estereoscópio, utilizando a câmara de contagem (câmara de Peters).

3.2.4 Ensaio *in vivo* do substrato tratado no solarizador

Para avaliar os efeitos do coletor solar sobre os substratos, avaliações *in vivo* foram realizadas, mudas de feijão com 25 dias (*Phaseolos vulgaris* L.) foram colocadas em copos de plástico com capacidade de 500 ml, contendo 500 ml do substrato tratado. Os tratamentos foram: substrato do tubo de PVC 15 cm de diâmetro, substrato do tubo de ferro galvanizado de 15 cm de diâmetro e substrato do tubo de ferro galvanizado de 20 cm de diâmetro e a testemunha, solo não tratado inoculado com suspensão de ovos na mesma proporção do solo tratado. Foram dez repetições para cada tratamento.

O período de solarização do substrato no coletor solar foi do dia 22 de setembro de 2015 e nove de setembro de 2015, totalizando 3 dias. As temperaturas máximas médias nos meses de setembro foi: 32,7 °C e 36,3 °C respectivamente. Após 30 dias foram realizadas as seguintes avaliações: altura de parte aérea, com o auxílio de uma régua graduada; a massa da parte aérea fresca e de sistema radicular fresco, ambas medidas em balança analítica; fator de reprodução, o número de galhas por sistema radicular; o número de ovos e o número total de ovos três contagens de depois cálculo da média), sendo esta contagem realizada em câmara de Peters.

Os dados dos ensaios foram submetidos a análise de variância e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. A análise estatística dos dados obtidos nesses experimentos foi realizada com o auxílio do pacote estatístico GENES.

3.3 Resultados e discussão

As temperaturas máximas foram observadas no segundo dia de solarização 65° C, por um período de três horas (Figura 5) tanto para o tubo metálico de 150 mm quanto para o tubo PVC de 150 mm. Temperaturas acima de 35 °C já são prejudiciais aos fitonemátoides (SILVA, 2010). Segundo Ghini (1997), alguns patógenos do solo, como nematoides podem ser inativados no

coletor em algumas horas de tratamento, devido às temperaturas atingidas, porém, recomenda-se o tratamento por 1 ou 2 dias (GHINI, 2004).

Durante 7 h por dia, nos três dias de tratamento, a temperatura manteve-se acima de 50 °C, nos horários entre 10 h e 17 h, para o tubo metálico e o tubo de PVC, para o tubo metálico de 200 mm a temperatura se manteve em 50 °C por 4 h, demonstrando que o tubo de PVC possui eficiência comparada ao tubo metálico de 150 mm, e superior ao tubo metálico de 200 mm.

Ghini et al. (1992) ao testar o coletor solar desenvolvido por Armond et al. (1989), verificou que as temperaturas atingidas ao tratar solo infestado de *M. arenaria* por 4 dias atingiram 50 °C, e foi o suficiente para reduzir o número de J2 (5,0 J2/250 ml de solo tratado) se comparados com substrato tratado por 0, 1, 2 e 3 dias, 290; 177,7; 79 e 4,7 de J2/250 ml de solo respectivamente, houve também um número crescente de J2 deformados. Randig (1998) ao comparar o uso do coletor solar com o brometo de metila junto com cloropicrina 2%, verificou que, o coletor solar atingiu a temperatura de 65 °C e reduziu em 100% o número de galhas após dois de tratamento do substrato, o substrato foi utilizado para plantio de tomateiros e não ocorreu formação de galhas causada por *Meloidogyne* spp., já o brometo de metila junto com a cloropicrina 2% só foi eficiente após 30 dias de tratamento, demonstrando assim a eficiência e rapidez na desinfestação do solo com o uso do coletor solar.

Segundo Ghini (2004) para a construção do solarizador ou coletor solar não se deve utilizar tubos PVC, por não suportarem temperaturas elevadas, porém, o solarizador construído para esse ensaio utilizou-se o tubo de PVC de 150 mm, além de ter atingido uma temperatura elevada (65 °C), temperatura essa letal para *Meloidogyne*, a temperatura letal para o controle de fitonematoides gira em torno de 45 °C (GHINI, 2001) o tubo manteve sua característica original, não houve deformação no tubo. Sendo assim, tubos de PVC podem ser utilizados para a tratar substrato infestado por fitonematoides. Diminuindo assim os custos na construção do solarizador, substituindo os tubos metálicos que possuem preço elevado se comparados ao tubo de PVC.

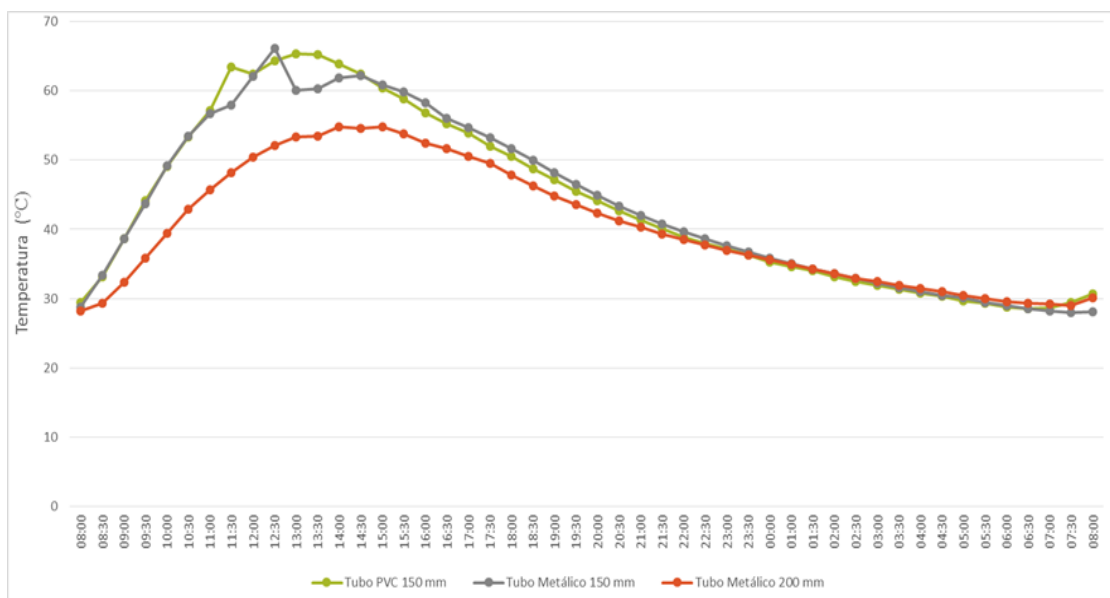


Figura 5 - Temperaturas observadas nos tubos de PVC 150 mm, Tubo metálico 150 mm e Tubo metálico 200 mm.

Após três dias de tratamento do substrato no solarizador, avaliou-se desenvolvimento de mudas de feijão no substrato. Não houve infestação de *M. incognita* em nenhum dos tratamentos (tubos), se comparados à testemunha (tabela 2). Para a desinfestação, todos os tubos foram eficientes, pois todos atingiram a temperatura mínima letal para *Meloidogyne*. Foram avaliados o peso da matéria fresca da raiz, o peso da matéria fresca da parte aérea e altura da parte aérea, houve um aumento em todos os parâmetros avaliados nas mudas de feijão, a média para o tubo PVC foi de 4,50 g para a matéria do peso fresco da raiz; 1,15 g para matéria fresca da parte aérea e 7,40 cm para altura da parte aérea, para o tubo metálico de 150 mm foi de 9,15 g; 5,99 g e 1,54 cm respectivamente, o tubo metálico de 200 mm teve o melhor rendimento no desenvolvimento do feijoeiro, 13 g, 10 g e 1,52 cm respectivamente.

Miranda et al. (2006) verificou o desenvolvimento e a desinfestação do nematoide das galhas em substrato tratado no coletor solar em mudas de cafeeiros, avaliou-se a eficiência do coletor comparado ao brometo de metila, concluiu-se que o uso do coletor solar é promissor para a desinfestação de substratos por proporcionar bom desenvolvimento de mudas de cafeeiro, se comparado com brometo de metila.

As mudas de tomateiro apresentaram desenvolvimento superior à testemunha (Figura 2). O aumento na parte aérea pode ser atribuído a ausência de *M. incognita*. Ghini et al. (1992) verificou um aumento de 7 g na parte aérea e, 5 g para nas raízes de tomateiros cultivados em substrato tratado em coletor solar, em comparação com a testemunha.

No tratamento testemunha observou-se um baixo desenvolvimento nas plantas (Figura 3) ocasionado pelo número elevado de nematoides (Tabela 1). Os sintomas da parte aérea podem ser consequência dos danos nas raízes, que reduzem a capacidade de a planta absorver água e nutrientes (FERRAZ et al., 2010).

Tabela 1 - Tratamentos e parâmetros avaliados em mudas de tomate com substrato tratado no solarizador onde, No/ml: número de ovos por ml, MNO: média de número de ovos, FR: fator de reprodução e número total de ovos.

Tratamento	Nº O/ml	MNO	FR	Nº total de ovos
Tubo PVC 150 mm	00,0	00,0	00,0	000
Tubo Metálico 150 mm	00,0	00,0	00,0	000
Tubo Metálico 200 mm	00,0	00,0	00,0	000
Testemunha solo nematoide	33,2	29,0	06,2	312



Figura 2 - Mudas de feijão plantados em substrato tratado em solarizador.



Figura 3 – Mudanças de feijão do tratamento testemunha apresentando sintomas aéreos causados por *M. incognita*.

3.4 Conclusão

O solarizador foi eficiente para desinfestação do substrato, o tubo PVC de 150 mm atingiu a mesma temperatura de 65 °C que o tubo metálico 150 mm, sendo assim recomendado para uso no solarizador.

O solarizador modificado é recomendado para desinfestação de *M. incognita* e outras espécies de *Meloidogyne* para uso em viveiros para a produção de mudas saudáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMOND, G.; BRAGA, C.A.S.; BETTIOL, W.; GHINI, R. Desenvolvimento de um sistema de desinfestação de solo com uso direto de energia solar. **Boletim de Pesquisa, EMBRAPA-CNPDA**: Jaguariúna, 1989. 23 p.
- BAPTISTA, M. J.; SOUZA, R.; CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; CARCHAR, J. Solarização e biofumigação como alternativas para o controle de *Meloidogyne incognita* no cultivo protegido de tomate. **Horticultura Brasileira**, n. 2, v. 22, 2004.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. **Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos: métodos alternativos de controle fitossanitário**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2001. 368 p.
- BONETTI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.
- CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279 p.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, n. 1, v. 25, p. 35-44, 2001.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. de; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematóides**. Viçosa: UFV, 2010, 306 p.
- GHINI, R. Coletor solar para desinfestação de substratos para produção de mudas sadias. **Circular Técnica**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, n. 4, 2004, 5 p.
- GHINI, R. Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar. **Circular Técnica**. Jaguariúna: Embrapa - CNPMA, 1997. 29 p.
- GHINI, R. E W. BETTIOL. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, n. 3, v. 17, p. 281-287, 1991.
- GHINI, R.; BETTIOL, W.; SOUZA, N. L. de. Solarização do solo para o controle de *Verticillium dahliae* em berinjela. **Fitopatologia Brasileira**, n. 4, v. 17, p. 384-388, 1992.
- MIRANDA, G. R. B.; GUIMARÃES, R. J.; PEREIRA, E. B.; CAMPOS, V. P.; ALMEIDA, G. R. R. A.; GONZALES, R. G. Formação de mudas de cafeeiro em substratos oriundos de diferentes métodos de desinfestação. **Bragantia**, Campinas, n. 2 v. 65, p. 303-307, 2006.
- RANDIG, O.; MEDEIROS, C. A. B.; SPERANDIO, C. A. Efeito da desinfestação do solo pelo uso da energia solar sobre nematoides. **Nematologia Brasileira**, n. 1, v. 22, p. 1-11, 1998.
- SILVA, G. S. Métodos alternativos de controle de fitonematoides. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, p. 111, 2010.

4 CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados deste trabalho demonstram que em condições de laboratório os extratos aquosos de *Copaifera* sp., *Vismia guianensis*, *Capsicum frutescens* (variedade bode vermelha) e (*Cecropia* sp.) destacaram-se com mais de 90% de inibição na eclosão *M. incognita* J2.

Para os ensaios realizados em casa de vegetação, o extrato aquoso de *Vismia guianensis*, destacou-se por apresentar maior redução do número de ovos por grama de raiz e no fator de reprodução de *M. incognita*.

O uso do solarizador modificado é recomendado para desinfestação de *M. incognita* do solo, verificou-se que todos os tratamentos foram 100% eficientes para erradicar *M. incognita* do substrato, porém, e recomenda-se o uso de tubos em PVC 150 mm por apresentar custo menor que o todo metálico.